(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 437 173 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.07.2004 Patentblatt 2004/29

(51) Int Cl.[7]: **B01F 5/06**, B29C 45/58, B29C 47/36

(21) Anmeldenummer: **03405814.9**

(22) Anmeldetag: **14.11.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

(30) Priorität: **13.12.2002 EP 02406099**

(71) Anmelder: **Sulzer Chemtech AG**
8404 Winterthur (CH)

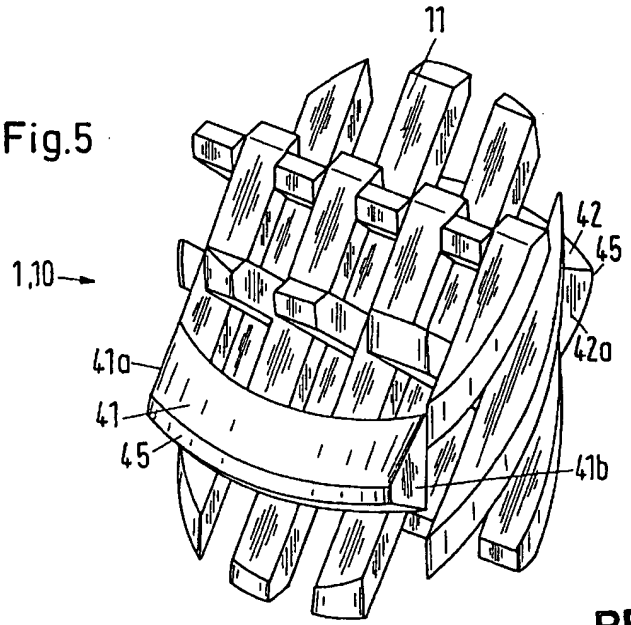
(72) Erfinder: **Füglister, Alfred**
8522 Häuslenen (CH)

(74) Vertreter: **Sulzer Management AG**
Patentabteilung / 0067,
Zürcherstrasse 12
8401 Winterthur (CH)

(54) Statischer Mischer für hochviskose Medien

(57) Der statische Mischer (2) für ein hochviskoses, strömendes Fluid (20) umfasst Mischelemente (1), die monolithisch ausgebildet sind, und rohrstückartige Hülsenelemente (5), mittels denen die Mischelemente positioniert sind, sowie ein Gehäuse (3), in das die Hülsenelemente zusammen mit den Mischelementen eingeschoben sind. Die Mischelemente weisen jeweils eine Gitterstruktur (10) auf. Stege dieser Gitterstruktur kreuzen sich auf Kreuzungsstellen (12), die auf balkenartigen Bereichen (13) quer zu einer Hauptströmungsrichtung (30) des Fluids angeordnet sind, wobei die Hauptströmungsrichtung durch eine Längsachse des Gehäuses gegeben ist. Die Hülsenelemente stehen an ihren Enden über Stossflächen (50) in Kontakt. An diesen Enden bestehen Aussparungen (54), in die formschlüssig - in einer zu den Aussparungen komplementären Form - zwei Rippen (41, 42) der Mischelemente eingelegt sind. Die Rippen sind ringsegmentartig ausgebildet. Zwei Endflächen (41a, 41b, 42a, 42b) jeder Rippe sind so angeordnet, dass Mittelpunkte der Endflächen jeweils durch Linien verbindbar sind, die zumindest angenähert gleich wie die balkenartigen Bereiche (13) der Kreuzungsstellen ausgerichtet sind. Diese balkenartigen Bereiche haben Querschnittsflächen, die nicht grösser als radiale Querschnittsflächen der Rippen sind.

Fig.5



BEST AVAILABLE COPY

EP 1 437 173 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen statischen Mischer für hochviskose Medien gemäss Oberbegriff von Anspruch 1 und ein Mischelement zu diesem Mischer.

[0002] Aus der EP-A 0 646 408 ist ein statischer Mischer bekannt, mit dem sich hochviskose Polymerschmelzen homogenisieren lassen. Dieser Mischer ist als Mischkopf in der Düse einer Spritzgiessmaschine oder als Schmelzemischer im Anschluss an die Schnekke eines Extruders verwendbar. Er hat eine zylindrische Form und besteht aus mehreren Mischelementen sowie Hülsen, die in den zylindrischen Hohlraum eines Gehäuses eingesetzt sind. Die Mischelemente sind gegossene Körper. Sie enthalten Strukturen, beispielsweise Gitterstrukturen, die einen Mischvorgang in einer durchfliessenden Schmelze bewirken. Die in der EP-A 0 646 408 gezeigten Mischerstrukturen sind aus durch Stege gebildeten Lagen aufgebaut. Die Lagen sind in Richtung der Längsachse des Gehäuses parallel ausgerichtet. Die Stege benachbarter Lagen kreuzen sich. Bei einer bevorzugten Ausführungsform bilden die Hülsen zusammen mit flanschartigen Ringen der Mischerstrukturen einen rohrförmigen Mantel, innerhalb dem die Mischerstrukturen hintereinander angeordnet sind. In benachbarten Mischerstrukturen sind die Orientierungen der Lagen jeweils um einen vorgegebenen Winkel, vorzugsweise um 90°, gegeneinander versetzt.

[0003] In Spritzgiessmaschinen werden Polymerschmelzen bei hohem Druck und pulsierend in Giessformen (den Werkzeugen) eingespritzt. Es sind Spritzgiessmaschinen in einer Weise weiter entwickelt worden, dass sich die Durchsatzleistungen sowie die Einspritzdrücke vergössern lassen. Aufgrund hoher Wechselbelastungen ergeben sich Spannungsspitzen, welche die eingebauten Mischelemente mechanisch stärker beanspruchen.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, einen statischen Mischer zu schaffen, der den Anforderungen in den neueren Spritzgiessmaschinen besser gewachsen ist. Diese Aufgabe wird durch den im Anspruch 1 definierten Mischer gelöst.

[0005] Der statische Mischer für ein hochviskoses, strömendes Fluid umfasst Mischelemente, die monolithisch ausgebildet sind, und rohrstückartige Hülsenelemente, mittels denen die Mischelemente positioniert sind, sowie ein Gehäuse, in das die Hülsenelemente zusammen mit den Mischelementen eingeschoben sind. Die Mischelemente weisen jeweils eine Gitterstruktur auf. Stege dieser Gitterstruktur kreuzen sich auf Kreuzungsstellen, die auf balkenartigen Bereichen quer zu einer Hauptströmungsrichtung des Fluids angeordnet sind, wobei die Hauptströmungsrichtung durch eine Längsachse des Gehäuses gegeben ist. Die Hülsenelemente stehen an ihren Enden über Stossflächen in Kontakt. An diesen Enden bestehen Aussparungen, in die formschlüssig - in einer zu den Aussparungen komplementären Form - zwei Rippen der Mischelemente eingelegt sind. Die Rippen sind ringsegmentartig ausgebildet. Zwei Endflächen jeder Rippe sind so angeordnet, dass Mittelpunkte der Endflächen jeweils durch Linien verbindbar sind, die zumindest angenähert gleich wie die balkenartigen Bereiche der Kreuzungsstellen ausgerichtet sind. Diese balkenartigen Bereiche haben Querschnittsflächen, die nicht grösser als radiale Querschnittsflächen der Rippen sind.

[0006] Die abhängigen Ansprüche 2 bis 4 betreffen vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemässen Mischers. Die Ansprüche 5 und 6 beziehen sich auf das Mischelement dieses Mischers.

[0007] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein bekanntes Mischelement,
- Fig. 2 teilweise abgebildet eine Düse mit Mischkopf,
- Fig. 3 Längsschnitt durch das Mischelement der Fig. 1 und ein Hülsenelement,
- Fig. 4 ein erstes erfindungsgemässes Mischelement,
- Fig. 5 ein zweites erfindungsgemässes Mischelement,
- Fig. 6 eine weiter modifizierte Ausführungsform und
- Fig. 7 ein Hülsenelement für das Mischelement der Fig. 6.

[0008] Ein statischer Mischer, der für die Homogenisierung eines hochviskosen Fluidstroms vorgesehen ist, umfasst ein Gehäuse, in das Mischelemente zusammen mit rohrstückartigen Hülsenelementen eingeschoben sind. Mit den Hülsenelementen werden die Mischelemente positioniert. In den Figuren 1 und 3 ist ein bekanntes Mischelement 1 abgebildet, das monolithisch ausgebildet ist und sich beispielsweise mittels Präzisionsguss herstellen lässt. Bei diesem Verfahren wird eine Gussform mit einem Wachskörper, Aufbringen einer keramischen Hülle auf den Wachskörper, anschliessendem Entfernen des Wachses und Brennen der keramischen Hülle gebildet. Das zu homogenisierende Fluid, eine Polymerschmelze 20, durchströmt einen statischen Mischer 2 in einem Gehäuse 3 - siehe Fig. 2 - in einer Hauptströmungsrichtung 30, die durch eine Längsachse des Gehäuses 3 gegeben ist.

[0009] Eine mischwirksame Struktur - nämlich die gitterartige Mischerstruktur 10 - und ein Ring 4 bilden das Mischelement 1 in Form eines monolithischen Körpers. Die Mischerstruktur 10 setzt sich aus in Lagen angeordneten Stegen 11 zusammen. Die Stege 11 weisen jeweils einen rechteckigen oder quadratischen Querschnitt auf. Die Lagen sind in Hauptströmungsrichtung 30 parallel zueinander orientiert. Die Stege 11 benach-

barter Lagen kreuzen sich und schliessen bezüglich der Hauptströmungsrichtung 30 einen einheitlichen Winkel von 45° ein. Dieser Winkel kann auch einen Wert zwischen 10 und 70° haben. Die Stege 11 der Mischerstruktur 10 kreuzen sich an Kreuzungsstellen 12, die auf balkenartigen Bereichen 13 quer zur Hauptströmungsrichtung 30 angeordnet sind.

[0010] In Fig. 2 ist das Gehäuse 3 mit dem statischen Mischer 2 abgebildet, nämlich eine Düse 31 mit einem Mischkopf, wie sie in Spritzgiessmaschinen zum Einsatz kommt. Beim statischen Mischer 2 erkennt man Hülsen - die Hülsenelemente 5 - und Ringe 4 der Mischelemente 1. Der statische Mischer 2 hat einen äusseren Durchmesser, mit dem er formschlüssig in den zylindrischen Innenraum des Gehäuses 3 passt.

[0011] Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch das Mischelement 1 der Fig. 1 und durch einen Teil eines Hülsenelements 5. Der Umriss eines benachbarten Mischelements 1' ist - zu einem Teil - strichpunktiert angegeben. Die Schnittfläche dieses Längschnitts liegt entlang der Grenze zwischen zwei benachbarten Lagen. In diesem Schnitt sind die balkenartigen Bereiche 13 der Kreuzungsstellen 12 als Querschnitte erkennbar. Nachfolgend werden diese Bereiche kurz "Kreuzungsbalken 13" genannt.

[0012] Bei der Verwendung des statischen Mischers 2 in einer Spritzgiessmaschine wird das Mischelement 1 einer Belastung ausgesetzt, die zu einem anisotropen Dehnungsverhalten führt: Aufgrund des hohen Drucks, mit der die Polymerschmelze 20 gefördert werden muss, vergrössert sich das Volumen des Gehäuseinnenraums. Das Mischelement 1 gibt dieser Volumenänderung in Richtung quer zu den Kreuzungsbalken 13 nach (Pfeile 24a, 24b in Fig. 1). Senkrecht zu dieser Richtung, d.h. in Richtung der Kreuzungsbalken 13 ist eine Deformation wesentlich geringer. Ein Pulsieren des Drucks hat eine periodische Formänderung des Mischelements 10 zur Folge, die im Ring 4 mit hohen lokalen Spannungen verbunden ist.

[0013] Fig. 4 zeigt ein erstes erfindungsgemässes Mischelement 1, in dem wesentlich geringere Belastunsspitzen auftreten. Während das bekannte Mischelement einen umlaufenden Ring 4 aufweist, liegen nun im neuen Mischelement zwei Ringsegmente oder Rippen 41 und 42 vor. Diese neue Geometrie erlaubt ein Dehnungsverhalten, das - verglichen mit jenem des bekannten, in der Fig. 1 gezeigten Mischelements 1 - wesentlich ausgeglichener ist, so dass geringere Maximalspannungen auftreten. Die pulsiert geförderte Polymerschmelze 20 übt daher mit einem auf- und abschwellenden Druck eine weniger hohe Materialbelastung aus.

[0014] Die Hülsenelemente 5 stehen an ihren Enden über Stossstellen in Kontakt. An diesen Enden bestehen Aussparungen, in die zwei Rippen 41, 42 der Mischelemente 1 formschlüssig - in einer zu den Aussparungen komplementären Form - eingelegt sind (vgl. Figuren 8 und 7). Die Rippen 41, 42 sind im wesentlichen parallel zu den Kreuzungsbalken 13: Zwei Endflächen 41 a, 41 b bzw. 42a, 42b der Rippen 41, 42 sind jeweils so angeordnet, dass Mittelpunkte dieser Endflächen durch Linien verbindbar sind, die zumindest angenähert gleich wie die Kreuzungsbalken 13 ausgerichtet sind. Radiale Querschnittsflächen der Rippen 41, 42 werden aus Festigkeitsgründen mit grösseren Querschnittsflächen als bei den Kreuzungsbalken 13 ausgebildet.

[0015] Fig. 6 zeigt das Mischelement 1 der Fig. 5 in einer Ausführungsform, bei der Ecken einerseits an den Kreuzungsstellen 12 der Stege 11 und andererseits an den Verbindungsstellen der Stege 11 zu den Rippen 41, 42 als kontinuierlich gekrümmte Übergänge ausgebildet sind: In Umgebungsbereichen dieser Übergänge sind Oberflächenelemente 111 und 112, die quer zu einander stehen, durch gerundete Flächenabschnitte 110 verbunden. Die Krümmungsradien dieser Flächenabschnitte 110 sind grösser als rund 10% eines diagonalen Stegdurchmessers. In den kerbartigen Ecken der in Fig. 5 abgebildeten Ausführungsform bilden sich im Betrieb Spannungsspitzen aus. Durch die Ausrundung der Ekken werden diese Spannungsspitzen erheblich verringert.

[0016] Fig. 7 zeigt ein Hülsenelement 5 für das Mischelement 1 der Fig. 6. Keilförmige Aussparungen 54 für die Rippen 41, 42 sind auf Bereiche beschränkt, die sich nicht bis zu der Innenwand des Gehäuses 3 erstrecken. Ein kleiner Kamm 53 an der äusseren Oberfläche des Hülsenelements 5 schirmt die Scheitel 45 der keilförmigen Rippen 41, 42 von einem Kontakt mit dem Gehäuse 3 ab. Dies ist beim Hineinschieben oder Herausziehen des Mischers 2 in das bzw. aus dem Gehäuse 3 vorteilhaft, da ein Verkanten nicht mehr auftritt und somit eine Montage des Mischers erheblich vereinfacht wird. In die Aussparungen 54 des Hülsenelements 5 kommt jeweils nur eine Hälfte der keilartigen Rippen 41, 42 zu liegen. Die anderen Hälften werden durch benachbarte Hülsenelemente aufgenommen (nicht dargestellt). Benachbarte Hülsenelemente 5 stehen an ihren Enden über ebene Stossflächen 50 in Kontakt.

[0017] Neben den bereits genannten Massnahmen, mit denen die mechanische Stabilität des Mischelements 1 verbessert wird (nämlich Rippen und gerundete Ecken), ist auch die Wahl eines optimalen Materials ein weiteres Mittel zum gleichen Zweck. Inconel, insbesondere IN718, wird mit Vorteil als Gussmaterial für die Mischelemente 1 verwendet. Die Hülsenelemente 5 können aus einem Vergütungsstahl massgenau gefertigt werden.

[0018] Die Rippen 41, 42 des gegossenen Mischelements 1 können an ihren Oberflächen durch Schleifen nachbearbeitet werden. Zweck einer solchen Nachbearbeitung ist, einen exakten Formschluss in den Aussparungen 54 der Hülsenelemente 5 zu erhalten.

Patentansprüche

1. Statischer Mischer (2) für ein hochviskoses, strömendes Fluid (20) mit Mischelementen (1), die monolithisch ausgebildet sind, mit rohrstückartigen Hülsenelementen (5), mittels denen die Mischelemente positioniert sind, und mit einem Gehäuse (3), in das die Hülsenelemente zusammen mit den Mischelementen eingeschoben sind, wobei die Mischelemente jeweils eine Gitterstruktur (10) umfassen, Stege dieser Gitterstruktur sich auf Kreuzungsstellen (12) kreuzen, die auf balkenartigen Bereichen (13) quer zu einer Hauptströmungsrichtung (30) des Fluids angeordnet sind, und die Hauptströmungsrichtung durch eine Längsachse des Gehäuses gegeben ist,
dadurch gekennzeichnet, dass die Hülsenelemente an ihren Enden über Stossflächen (50) in Kontakt stehen, dass an diesen Enden Aussparungen (54) bestehen, in die formschlüssig - in einer zu den Aussparungen komplementären Form - zwei Rippen (41, 42) der Mischelemente eingelegt sind, dass die Rippen ringsegmentartig ausgebildet sind, dass zwei Endflächen (41 a, 41 b, 42a, 42b) jeder Rippe so angeordnet sind, dass Mittelpunkte der Endflächen jeweils durch Linien verbindbar sind, die zumindest angenähert gleich wie die balkenartigen Bereiche (13) der Kreuzungsstellen ausgerichtet sind, und dass diese balkenartigen Bereiche Querschnittsflächen haben, die nicht grösser als radiale Querschnittsflächen der Rippen sind.

2. Mischer nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stege (11) jeweils einen rechteckigen, vorzugsweise zumindest angenähert quadratischen Querschnitt aufweisen, dass an den Kreuzungsstellen (12) der Stege und an den Verbindungsstellen der Stege zu den Rippen Übergänge so ausgebildet sind, dass in Umgebungsbereichen der Übergänge Oberflächenelemente (111, 112), die quer zu einander stehen, durch gerundete Flächenabschnitte (110) verbunden sind, und dass die Krümmungsradien dieser Flächenabschnitte grösser als 10% eines diagonalen Durchmessers der Stege sind.

3. Mischer nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** radiale Querschnittsflächen der Rippen (41, 42) keilförmig sind, wobei ein Scheitel (45) der Keilform gegen aussen gerichtet ist.

4. Mischer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aussparungen (54) für die Rippen (41, 42) auf Bereiche beschränkt sind, die sich nicht bis zu einer Innenwand des Gehäuses erstrecken.

5. Mischelement (1) für einen Mischer (2) gemäss einem der Ansprüche 1 bis 4.

6. Mischelement nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rippen (41, 42) des Mischelements (1) an deren Oberflächen durch Schleifen nachbearbeitet sind, zum Zweck, einen exakten Formschluss in den Aussparungen (54) der Hülsenelemente (5) herzustellen.

Fig.1

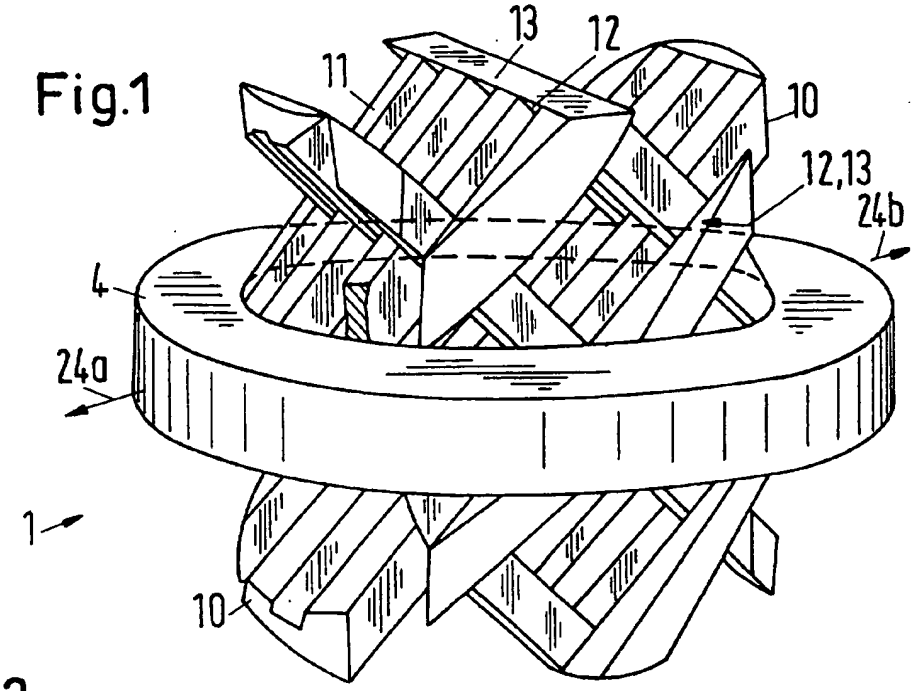


Fig.2

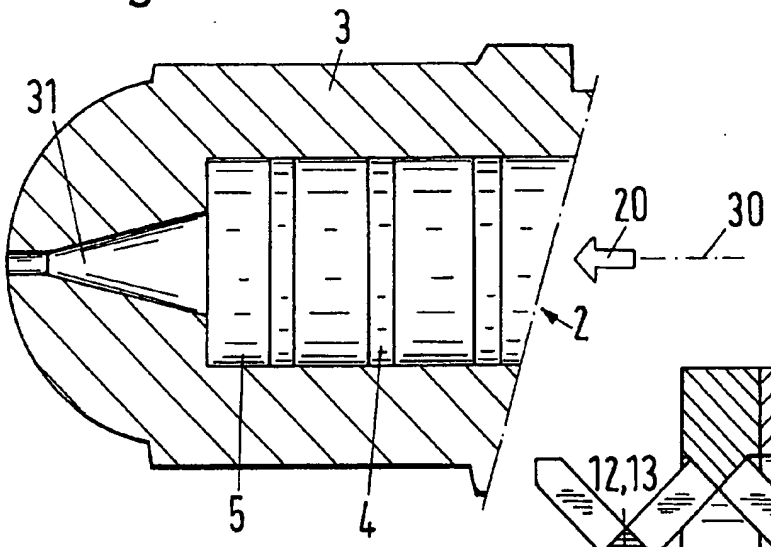


Fig.3

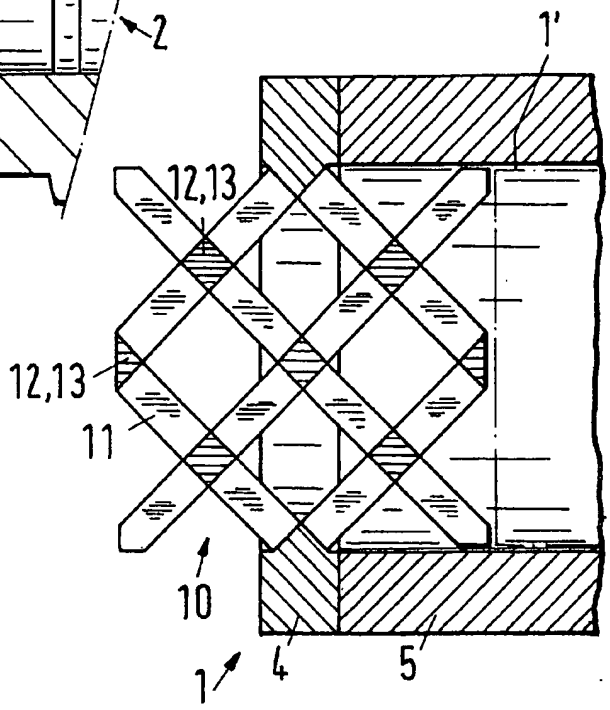


Fig.4

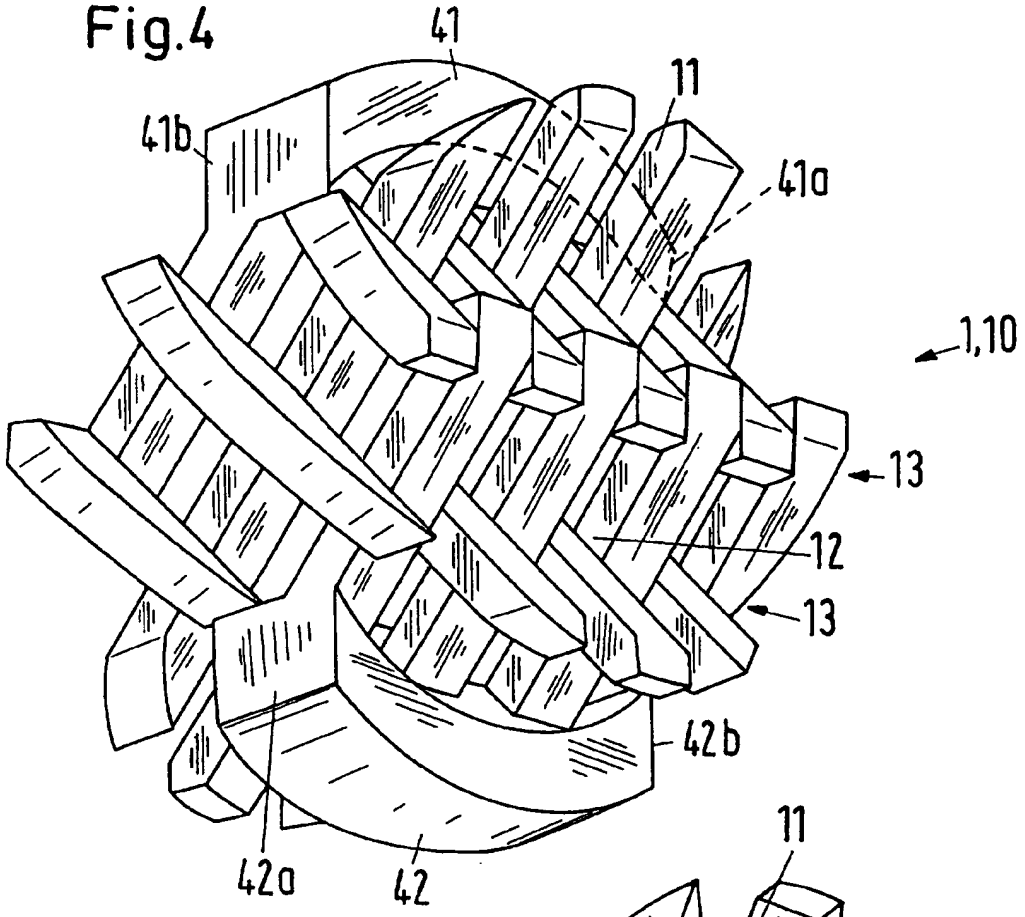
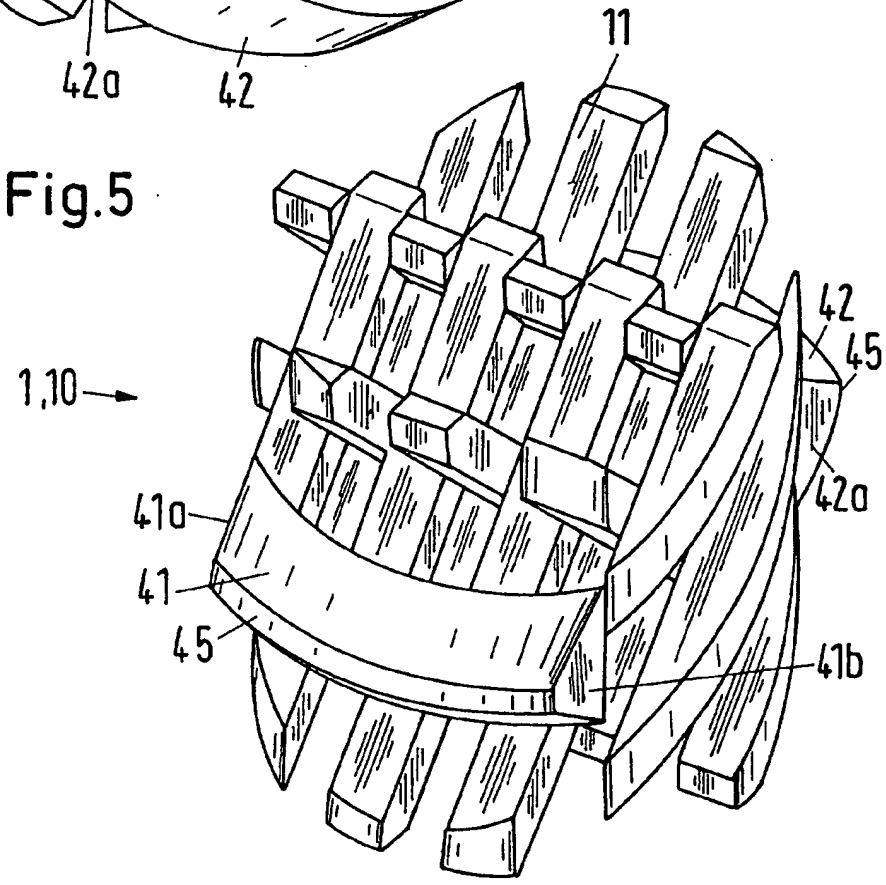


Fig.5



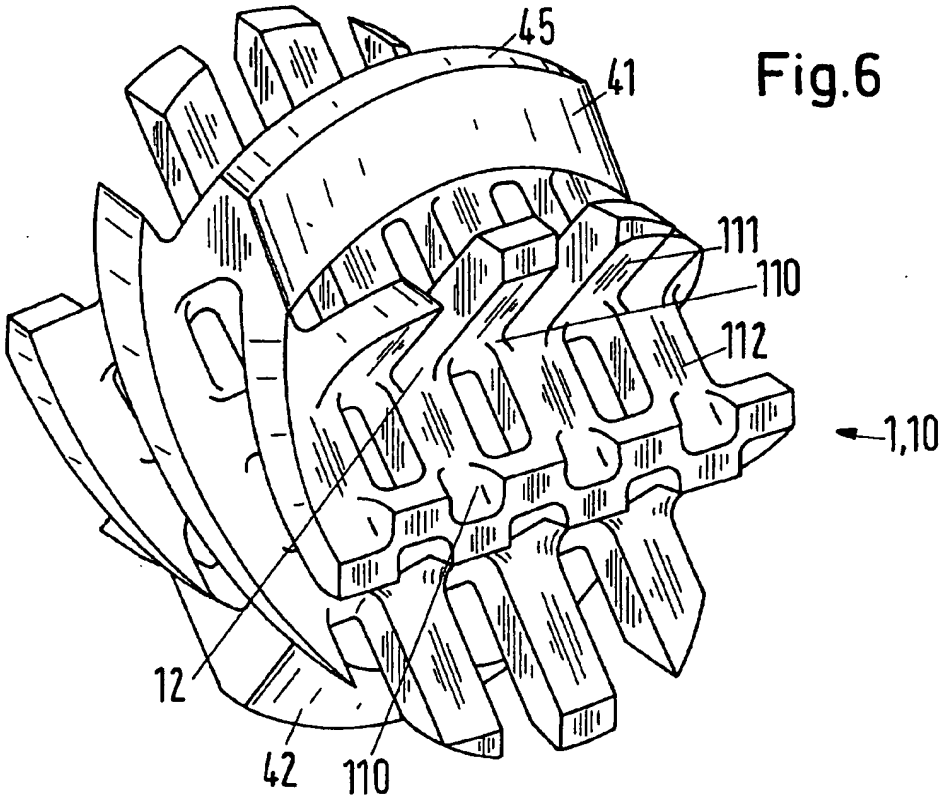
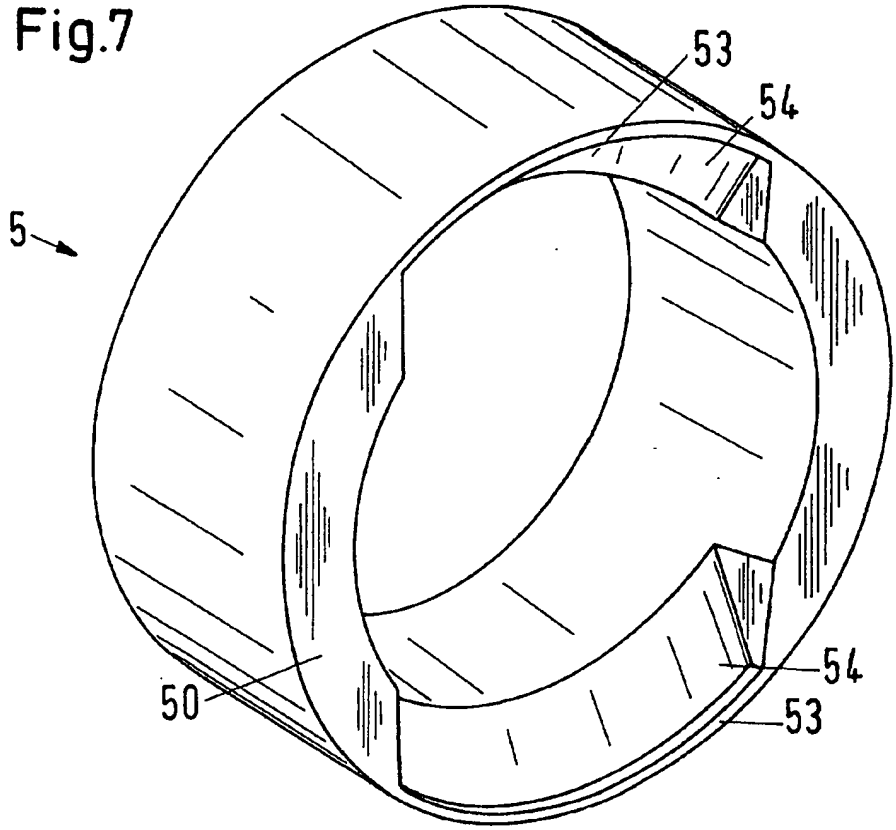


Fig.6

Fig.7



Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 40 5814

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	EP 1 099 469 A (SULZER CHEMTECH AG) 16. Mai 2001 (2001-05-16) * Spalte 2, Zeile 54 - Spalte 3, Zeile 55; Abbildungen 1-10 *	1,2,5	B01F5/06 B29C45/58 B29C47/36
A,D	EP 0 646 408 A (SULZER CHEMTECH AG) 5. April 1995 (1995-04-05) * Spalte 2, Zeile 45 - Spalte 3, Zeile 18; Abbildungen 4,5 *	1,2,5	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)

B01F
B29C

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	10. Mai 2004	Muller, G

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 03 40 5814

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-05-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1099469 A	16-05-2001	EP 1099469 A1	16-05-2001
		AT 249875 T	15-10-2003
		CA 2322333 A1	10-05-2001
		DE 50003710 D1	23-10-2003
		JP 2001170466 A	26-06-2001
EP 0646408 A	05-04-1995	EP 0646408 A1	05-04-1995
		AT 187099 T	15-12-1999
		AU 680945 B2	14-08-1997
		AU 7690094 A	01-05-1995
		BR 9405627 A	08-09-1999
		CA 2150817 A1	13-04-1995
		WO 9509689 A1	13-04-1995
		CN 1115171 A ,B	17-01-1996
		CZ 9501439 A3	14-02-1996
		DE 59309890 D1	05-01-2000
		ES 2141143 T3	16-03-2000
		HU 71046 A2	28-11-1995
		JP 8504141 T	07-05-1996
		PL 309186 A1	18-09-1995
		RU 2091146 C1	27-09-1997
		US 5564827 A	15-10-1996

EPO FORM P0461

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☑ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.
As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.